

Épreuve orale d'Analyse de Documents Scientifiques en Physique
Filière MP

Rapport de MM. Xavier BOUTILLON et Jean-Philippe UZAN, examinateurs.

La moyenne des notes des candidats français est de 12,13 avec un écart-type de 2,92. Les notes s'échelonnent selon la répartition suivante :

$0 \leq N < 4$	0	0,0 %
$4 \leq N < 8$	12	6,56 %
$8 \leq N < 12$	63	34,43 %
$12 \leq N < 16$	88	48,09 %
$16 \leq N \leq 20$	20	10,93 %
Total	183	100 %
Nombre de candidats : 183		
Note moyenne : 12,13		
Écart-type : 2,92		

L'épreuve d'analyse de documents scientifiques (ADS) se déroule en deux parties. La première, pour laquelle le candidat dispose de deux heures de préparation, consiste à faire l'analyse scientifique du dossier transmis au candidat. Ce dossier contient généralement entre 1 et 3 documents extraits d'articles, de livres ou de brochures, précédés d'un texte de quelques lignes précisant le travail demandé. La seconde partie est l'épreuve orale proprement dite. Elle dure 40 minutes, divisée en 15 minutes d'exposé, suivies de 25 minutes de discussion avec l'examinateur.

Si, par sa forme, l'épreuve d'ADS se rapproche de l'oral de français ou de langues étrangères, il s'agit avant tout d'une épreuve scientifique. L'analyse d'un document scientifique consiste avant tout à en extraire le contenu physique, souvent mélangé à des considérations d'ordre technique, historique ou sociologique, certes importantes mais secondaires pour le physicien. Par ailleurs, certaines parties du document peuvent être peu exploitables soit parce qu'elles sont imprécises, soit parce qu'elles supposent des connaissances allant au-delà du programme. Il faut donc commencer par faire le tri des informations. Ensuite, il s'agit d'*analyser* le contenu retenu en s'appuyant sur des connaissances précises. Le principal défaut à éviter est de se livrer à la paraphrase.

Tous les dossiers proposés peuvent être reliés à un ou plusieurs chapitres du cours de physique de CPGE, mais aussi à toutes les connaissances acquises en particulier au lycée et au collège en physique, chimie, sciences de la Terre et de la vie, etc. Au-delà des références aux principes ou théorèmes du cours, nous observons souvent des difficultés de certains candidats à mobiliser des connaissances relatives à une partie du programme non

visée explicitement par le texte. Comprendre un texte, c'est aussi le relier à ce que l'on connaît. Dans ce cadre, le candidat doit s'efforcer de retrouver les valeurs numériques les plus importantes et à commenter dès que possible les modélisations et approximations, les techniques expérimentales et leurs contraintes, les équations, explicites ou pas, les figures et les courbes.

Le candidat doit aussi enrichir le document. Si ce dernier est destiné au grand public, l'exposé doit, lui, être formulé dans un langage de physicien, avec des équations et éventuellement des chiffres. S'il s'agit d'un article de spécialité, il faut extraire et synthétiser les idées essentielles. Il ne s'agit pas de paraphraser le texte, ni de le résumer, mais d'en dégager les points importants et de les expliquer en détail avec ses propres termes, afin de montrer que l'essentiel a été compris. Analyser un texte s'est donc l'interroger, le faire parler, se poser des questions, et en définitive le rendre vivant.

Nous résumons quelques règles simples qu'il faut garder à l'esprit :

- Éviter la paraphrase. Ainsi l'exposé ne doit pas nécessairement suivre la structure du texte ;
- Faire preuve d'esprit critique. Nous rappelons que tout texte peut contenir des erreurs ou des imprécisions. Ces points critiquables sont à discuter (erreurs, éléments occultés, parties confuses etc.). Cependant il n'est pas attendu que le candidat corrige ces points ;
- Dégager les principes physiques utilisés dans le texte et si possible, les rapprocher de ceux du programme. Dans leur argumentation, les candidats utilisent souvent les principes et théorèmes comme arguments d'autorité (exemple : "d'après Malus, ...", "d'après Fraunhofer, ..."). Il est important d'être capable d'explicitier ces principes, théorèmes etc. ;
- Essayer d'explicitier certains des raisonnements du texte, discuter les applications numériques et surtout discuter les ordres de grandeurs (nous rappelons qu'une quantité est grande ou petite devant une autre quantité mais pas dans l'absolu) ;
- Si le texte ne donne pas de détail technique, le candidat peut tenter une modélisation avec les outils de physique à sa disposition. Les correcteurs jugent l'effort de modélisation et non le fait que cette modélisation corresponde nécessairement au modèle exact.

Dossier n°1 : « Histoire de l'âge de la Terre »

Référence : Image de la physique (2011) 15

Ce dossier comporte un article intitulé « L'histoire de l'âge de la Terre » paru dans la revue Image de la physique.

L'analyse de l'article est demandée aux candidats. Ceux-ci s'attacheront à décrire de façon critique les diverses estimations de l'âge de la Terre, en soulignant les hypothèses et leurs limites.

Commentaire des examinateurs : Ce dossier faisait appel à de nombreuses notions concernant la diffusion de la chaleur. Il était important de comparer les hypothèses et les précisions de chacune des méthodes. La plupart des candidats se sont focalisés sur la méthode de Kelvin (équation de la chaleur) et la datation par abondance isotopique. Comme le texte l'explique, la radioactivité est aussi une source de chaleur, certains ont essayé de discuter la façon de modifier l'équation de la chaleur pour prendre en compte cette source. La variation de la distance Terre-Lune n'a pas été discutée par les candidats et cet effet (ainsi que son origine possible) semble peu connu.

Dossier n°2 : « Locomotion : une même loi pour tous »

Référence : Pour la Science **346** (2006) page 68

Ce dossier comporte un article intitulé « La locomotion : une même loi pour tous » paru dans Pour la Science.

L'analyse de l'article est demandée aux candidats. Celle-ci s'attachera à décrire les lois d'échelles et à expliquer leur origine physique et l'adéquation entre ces modèles et les observations.

Commentaire des examinateurs : Cet article se basait sur les principes de mécanique appris en cours et sur la modélisation de cycle. La loi d'échelle a été retrouvée par beaucoup de candidats (cela nécessitait de calculer le travail du poids et de la force de frottement), cependant beaucoup ont eu du mal avec le choix de la force de frottement (dépendance en vitesse², pourquoi? quelle est son origine). Le cas des poissons a été beaucoup plus mal compris (pourquoi suppose-t-on que la masse d'eau est déplacée vers le haut, qu'est-ce que cela modélise? Que se passe-t-il dans un aquarium où la surface supérieure du fluide n'est plus libre, etc.) La comparaison aux observations (figure 6 par exemple) reste trop souvent descriptive alors que l'on doit être capable de discuter les pentes, la dispersion des données etc. De façon plus générale, la notion d'optimisation permettant de déterminer l'état d'un système (avec des exemples du cours) reste problématique.

Dossier n°3 : « Cyclisme, dopage et physique »

Référence : Le Monde 21/07/2013; Le Monde 19/07/2013; L'Express 2013

Ce dossier comporte deux articles intitulés « Pour tout comprendre sur le calcul des Watts » et « Juan, Pat, aidez-nous à comprendre l'exceptionnel » parus dans le journal *Le Monde* et un article « *L'estimation des Watts, c'est de l'enfumage* » paru dans l'Express.

L'analyse de l'article est demandée aux candidats. Celle-ci pourra décrire de façon critique les méthodes d'estimer les performances des sportifs, les hypothèses et limites de l'approche de calcul proposée.

Commentaire des examinateurs : Afin de justifier les nombres du premier article, les candidats ont commencé par une analyse des forces agissant sur le vélo. Dans la plupart des

cas, toutes les forces étaient dirigées dans le sens inverse du mouvement et de nombreux candidats n'ont pas réussi à expliquer pourquoi le vélo montait la pente. La discussion sur les frottements (de l'air et sur la route) a posé beaucoup de problèmes. Peu de candidats ont eu une discussion critique sur la précision du modèle (Est-ce que prédire un résultat à 2 secondes près sur 30 minutes est une preuve de validité de la modélisation ? Comment comparer cela aux incertitudes de modélisation ? Le modèle est-il fiable ?) Il y a eu peu de discussions sur le calcul de moyenne (la moyenne de la puissance développée est différente du produit des moyennes de la force et de la vitesse etc.) L'estimation de la puissance développée par le corps humain dans certains exercices de la vie courante (afin de les comparer aux chiffres du texte) a aussi posé des difficultés.

Dossier n°4 : « D'un état de la matière à l'autre »

Référence : Pour la Science, **350** (2006), p. 114-120

Ce dossier comporte un article intitulé « D'un état de la matière à l'autre » paru dans la revue *Pour la science*.

L'analyse de l'article est demandée aux candidats. Ceux-ci s'attacheront à dégager les phénomènes observés lors du passage d'un état de la matière à un autre, les éléments de leur description, ce qui est bien connu et ce qui l'est moins.

Commentaire des examinateurs : Un paragraphe, une mention et un encadré portant tous sur le groupe de normalisation avaient été retirés du texte soumis aux candidats. Cet article faisait appel à des exemples de changements de phase dont certains sont normalement bien connus des candidats. À partir de remarques tirées de l'observation thermodynamique de quelques systèmes, il introduisait quelques concepts permettant d'approfondir l'approche théorique de ces phénomènes, par rapport aux connaissances formulées dans le programme de physique. L'article concluait sur des exemples pour lesquels les théories présentées (ou d'autres) restent inopérantes. Le principal défaut a été la récitation du cours de thermodynamique sur les changements de phase et corrélativement, la paraphrase des approfondissements du texte, lesquels se révélaient incompris par la suite. La discussion qui suivait l'exposé a dénoté chez plusieurs candidats un manque d'assimilation de certaines notions thermodynamiques de base. Les meilleurs exposés étaient organisés autour des relations entre les notions et observations présentées, selon un plan reflétant les choix des candidats plutôt que l'article lui-même.

Dossier n°5 : « Les gloires »

Référence : Pour la Science, dossier 78 (2013), p. 50-55

Ce dossier comporte un article « Des auréoles colorées sur les nuages » paru dans la revue *Pour la science*.

L'analyse de l'article est demandée aux candidats. Ceux-ci s'attacheront en particulier à discuter les mécanismes et phénomènes optiques à l'origine, ou non, de l'apparition des

« gloires » météorologiques décrites dans l'article.

Commentaire des examinateurs : Le texte présentait à la fois des échecs dans l'interprétation du phénomène optique et les principaux mécanismes par lesquels on l'explique à l'heure actuelle. Le meilleur exposé s'est concentré sur l'analyse des mécanismes en jeu dans le phénomène (ou qui s'avèrent au contraire inopérants pour l'expliquer). Il était normal de ne pas chercher à approfondir certains aspects du texte (résonance de Mie). Plusieurs candidats ont eu de la difficulté à transposer les analyses faites en cours (en particulier sur la diffraction) à la situation proposée, ou à d'autres évoquées lors de la discussion avec l'examinateur. Dans la mesure où le phénomène décrit par l'article était relativement complexe, le caractère approximatif des connaissances de certains candidats ressortait immédiatement.

Dossier n°6 : « Cristaux phononiques »

Référence :

<http://www.femto-st.fr/fr/Diffusion/Une-introduction-aux-cristaux-phononiques>

Ce dossier comporte de larges extraits d'un document rédigé par des chercheurs du laboratoire FEMTO (Besançon) sous le titre « Une introduction aux cristaux phononiques » et disponible sur le site Internet de ce laboratoire.

L'analyse du document est demandée aux candidats. Ceux-ci s'attacheront en particulier à préciser les mécanismes de propagation des ondes mis en œuvre dans ces structures pour leur donner leurs propriétés.

Commentaire des examinateurs : L'analyse de ce texte faisait appel aux connaissances des candidats sur les phénomènes de propagation dans un milieu homogène et en présence d'obstacles. La transposition aux ondes acoustiques des connaissances de base acquises sur les ondes électromagnétiques ou dans d'autres milieux matériels (plasmas) s'est faite sans difficulté. En revanche, les rapports entre phénomènes (résonance et propagation par exemple) sont compris de manière souvent plus confuse. En particulier, les notions de dispersion (milieu, équation de propagation) ou de diffraction (rapport entre la taille des obstacles et la longueur d'onde) n'étaient pas toujours assimilées au point d'être disponibles pour analyser des situations différentes de celles vues en cours ou en exercice. Certains candidats ont tenté des développements originaux pour illustrer leur compréhension du texte ou le prolonger : même si l'aboutissement n'était pas toujours irréprochable, cette démarche est très appréciée et se révèle le plus souvent à l'avantage du candidat.